©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

Flechten im Ostalpenraum – sensible Zeiger von Umweltbedingungen

Peter O. Bilovitz* & Martin Grube*

Abstract: **Lichens in the Eastern Alps - sensible indicators of environmental conditions.** — Lichens are fascinating gems of viable nature. Fungi form symbiotic associations with diverse microalgae to build macroscopically distinct life forms, which occur tightly specialized to ecological conditions. Lichens are a literally outstanding life style of fungi. The light-exposed lichen thalli represent the most complex structures in the fungal kingdom, which can display considerable robustness under sometimes hostile conditions. In the first part of our contribution we provide a short and general introduction to the life of lichens. In the second part we want to focus more on the ecology of lichens. For this purpose we present selected habitats with their characteristic lichens in the Eastern Alps, with illustrations of easily recognizable species at their natural locations.

Zusammenfassung: Flechten sind faszinierende Kleinode der belebten Natur. Mit unterschiedlichen Mikroalgen bilden Pilze in einem symbiotischen Zusammenschluss makroskopisch erkennbare Lebensformen, die Flechtenthalli, die eng spezialisiert an ökologische Bedingungen vorkommen. Flechten sind eine im wahrsten Sinne des Wortes herausragende Lebensform von Pilzen. Die dem Licht zugewandten Flechtenthalli repräsentieren die kompliziertesten Strukturen des Pilzreichs, die sich durch ihre Dauerhaftigkeit, bisweilen unter lebensfeindlichen Bedingungen, auszeichnen. Im ersten Teil unseres Beitrags geben wir eine kurze allgemeine Einführung in das Leben der Flechtensymbiose. Im zweiten Teil des Beitrags wollen wir stärker auf die Ökologie der Flechten Bezug nehmen. Dazu stellen wir ausgewählte Lebensräume mit ihren charakteristischen Flechten in den Ostalpen vor, mit Illustrationen leicht erkennbarer Arten von ihren natürlichen Standorten.

Key words: lichens, lichenized ascomycetes, Eastern Alps, ecology, lichen photography.

*Correspondence to: pe.bilovitz@uni-graz.at, martin.grube@uni-graz.at

Address: Institut für Pflanzenwissenschaften, Karl-Franzens-Universität Graz, Holteigasse 6, 8010 Graz, Austria.

EINLEITUNG

Dem aufmerksamen Auge sind auf einer Wanderschaft in den Alpen wohl kaum die Flechten als stille Wegbegleiter entgangen. Sie geraten besonders in der frischen Luft höherer Berglagen ins Blickfeld, wo sie Bäume und Felsen mit ihren abwechslungsreichen Mustern dekorieren. Mancherorts vermag die Flechtendeckung gar den Farbaspekt einer Landschaft zu bestimmen. Aber seien es nun die roten Flecken an Aussichtspunkten der Kalkalpen oder die gelbgrünlichen Überzüge von Silikatblöcken, Flechten sind, wie wir sehen werden, immer mit bestimmten Gegebenheiten der Natur verbunden. Blickt man etwas näher hin, zeigt sich mit den Flechten ein faszinierender Mikrokosmos an Strukturen und Farben. Unweigerlich stellt sich hier die Frage, was diese Organismen eigentlich sind und was ihr Dasein bestimmt. Bis weit in das 19. Jahrhundert hatte man Flechten als eine eigene besondere Gruppe von Organismen betrachtet, die eher mit den Moosen verwandt sind. Aus jener Zeit stammen auch manche Volksnamen für Flechten, wie Baummoos, Eichenmoos oder Isländisches Moos. Doch dann erkannte man, dass die Strukturen der Flechten ein Ergebnis des nachhaltigen Zusammenlebens völlig unterschiedlicher mikroskopischer Organismen darstellt, also eine Symbiose im biologischen Sinne.

©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

▶ **Abb. 4**: *Caloplaca sinapisperma* bildet rostbraune Apothecien aus und wächst auf Pflanzenresten über Kalkböden der Hochlagen.

◀ **Abb. 1**: *Acarospora sinopica* hat ein rostrotes Lager und zeigt eisenhaltiges Silikatgestein an.

▶ **Abb. 5**: *Cetraria islandica*, das „Isländische Moos", ist in einigen schleimlösenden Hustenmitteln zu finden.

◀ **Abb. 2**: *Alectoria ochroleuca* ist eine sparrig verzweigte Strauchflechte windgepeitschter Heiden über Silikatböden.

▶ **Abb. 6**: *Chaenotheca chrysocephala* ist ein Vertreter aus der Gruppe der „Stecknadelflechten" mit gestielten Apothecien.

◀ **Abb. 3**: *Anaptychia ciliaris,* die „Wimpernflechte", findet sich meist an alten, frei stehenden Laubbäumen.

©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

WAS SIND FLECHTEN?

Der Name Flechte trifft das Zusammenleben durchaus, denn die Stoffwechsel der beteiligten Organismen sind in der Tat eng miteinander verflochten. Flechten (wissenschaftlich *Lichenes* genannt) bestehen aus dem engen Verbund eines gestaltbildenden Pilzpartners und einem oder mehreren Photosynthese betreibenden Partnern (Algen, Cyanobakterien), die zu einer gestaltlichen (morphologischen) und funktionellen (physiologischen) Einheit geworden sind. Man könnte auch sagen, dass die Pilze eine Art Miniaturgewächshaus für die enthaltenen Algen aufbauen, die darin mit der Kraft der Sonnenstrahlung die Aufbaustoffe für diese Symbiose bilden. Die Pilzstrukturen der Flechten sind daher im Gegensatz zu jenen anderer Pilze nicht tief als Mycelium in ein Substrat versenkt und kaum sichtbar, sondern bilden dem Licht zugewandte und sehr kompakte Strukturen, die man als Lager oder Thalli (Einzahl Thallus) bezeichnet. Wegen der gestaltbildenden Funktion der Pilze und weil man Flechten als eine Lebensform von Pilzen versteht, wird mit dem Namen einer Flechte immer Bezug auf den Pilzpartner genommen.

Die beteiligten Algenpartner (Photobionten) sind einzellige oder fädige Vertreter der Grünalgen (Chlorophyta) oder Vertreter von Cyanobakterien (oft auch Blaualgen genannt). Als Pilze (Mycobionten) beteiligen sich an der Flechtenbildung in den meisten Fällen Schlauchpilze (Ascomycota), nur selten Ständerpilze (Basidiomycota). Wenngleich das Zusammenleben zwischen Pilz und Alge zum beiderseitigen Vorteil erscheint (Mutualismus), kann man Flechten doch eher als ein Beispiel eines kontrollierten Parasitismus ansehen. Die im Thallus eingeschlossenen Algen verlieren unter der Kontrolle des Pilzes die Fähigkeit zur sexuellen Fortpflanzung.

Gerade in den letzten Jahren hat sich jedoch gezeigt, dass die traditionelle Vorstellung von der „Doppelnatur" der Flechten eigentlich eine Vereinfachung ist. So hat man mit neuen Untersuchungsmethoden erkannt, dass eine große Menge von Bakterien spezifisch mit Flechten vergesellschaftet ist (Grube

©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

◄

Abb. 7: *Chrysothrix candelaris* dekoriert regengeschützte Stammteile mit schwefelgelben Überzügen.

◄

Abb. 8: *Cladonia arbuscula* (links) und *Cladonia rangiferina* (rechts) gehören zu den Rentierflechten.

et al. 2009). Auch können weitere Pilze (z.B. Muggia & Grube 2010) mit Flechten assoziiert sein. Flechten stellen nach neuer Sichtweise eigentlich ein mikroskopisch kleines Ökosystem dar, mit Pilzen und Algen als Schlüsselorganismen.

In der Evolution sind die Flechtensymbiosen mehrfach entstanden und an verschiedenen Wegen im Pilzreich anzutreffen. Mehr als 20.000 Arten sind bislang bekannt, die diese Lebensweise pflegen. Diese Schätzung dürfte aber stark nach oben revidiert werden, denn genauere Untersuchungen zeigen immer wieder, dass unter einem Namen tatsächlich oft mehrere Arten verborgen sind. Mit dem Zusammenleben haben sich neue gestaltliche und chemische Merkmale entwickelt, die Flechte ist also im wahrsten Sinne des Wortes mehr als die Summe ihrer Teile. Das hat auch Konsequenzen für die Evolution und Anpassungsfähigkeit. Nicht die Fitness des Algen- oder Pilzpartners allein ist für den Kampf ums Dasein entscheidend, sondern das Zusammenspiel der Partnerschaft. Flechtenthalli sind überraschend widerstandsfähig, im Vergleich zu den isolierten Partnern. Sie überdauern extreme Schwankungen von Temperaturen, können noch bei Minusgraden photosynthetisch aktiv sein. Als so genannte wechselfeuchte Lebensformen können sie ihren gemeinsamen Stoffwechsel unter ungünstigen Bedingungen in eine Art „Stand-by" Zustand versetzen und im Zustand latenten Lebens komplette Austrocknung vertragen. Sogar Weltraumbedingungen können ihnen in diesem Zustand nichts anhaben, wie ein Experiment auf der International Space Station zeigte (Sancho et al. 2007).

©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

Abb. 9: *Cladonia digitata* ist ein häufiger Vertreter aus der großen Gruppe der Becherflechten.

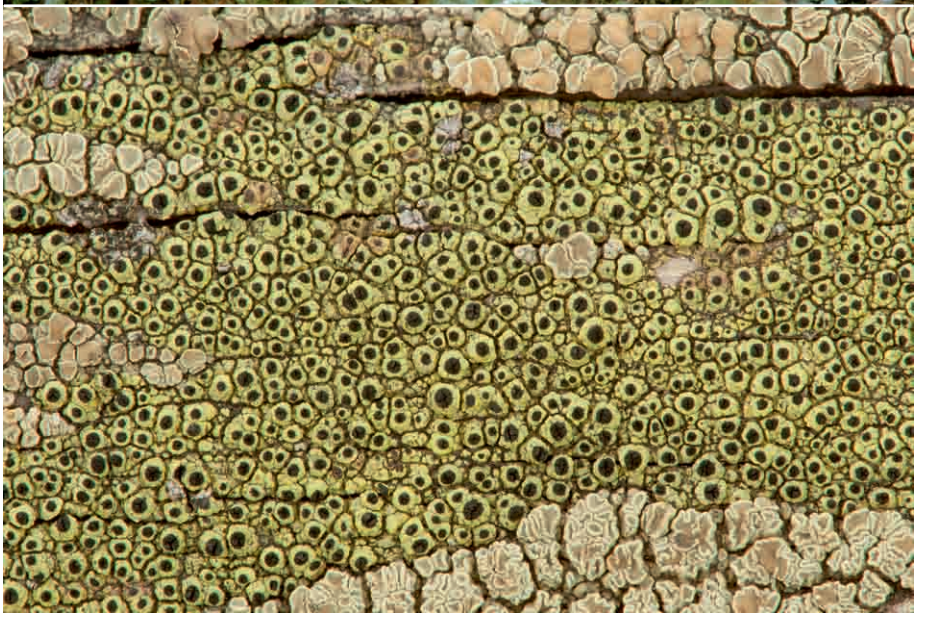


Abb. 10: *Cyphelium tigillare* (Mitte) und *Lecanora varia* (oben und unten) kommen häufig auf hartem, bearbeitetem Holz im Bereich von Almen vor.

Die Flechtenpilze können nur mit ihren Symbiosepartnern die arttypischen Thallusstrukturen aufbauen. Die Bildung eines Thallus ist auch notwendig, damit die Pilze ihren Lebenszyklus mit sexueller Fortpflanzung vollenden oder ausgeklügelte Strukturen zur gemeinsamen Ausbreitung aller Symbiospartner produzieren können.

MORPHOLOGIE

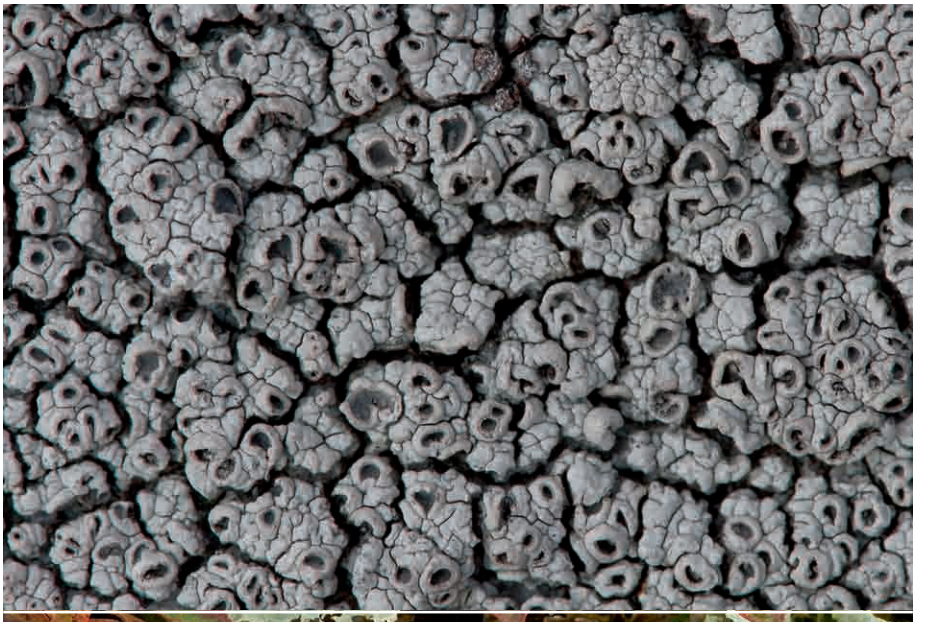
Im Vergleich zu den Farn- und Blütenpflanzen (Gefäßpflanzen), welche in die drei Grundorgane Wurzel, Sprossachse und Blatt untergliedert sind, fehlen solche Differenzierungen bei den Flechten. Der einfache Begriff Thallus für die „Vegetations"-körper der Flechten (griech. *thallos* = sprossender Zweig) stammt aus einer Zeit, in der man Flechten noch für eine pflanzliche Lebensform hielt, er hat sich aber aus praktischen Gründen erhalten. Die vermeintliche Einfachheit ihres Aufbaus ist eine althergebrachte Einschätzung. Die Flechtenthalli können sich durch eine ihnen eigene innere Komplexität auszeichnen, die sich erst unter dem Mikroskop offenbart. Die makroskopische Flechtengestalt wird in den allermeisten Fällen vom Pilz bestimmt (und nur sehr selten von der Alge). Mehrere Wuchsformen des Lagers können unterschieden werden. Die wichtigsten drei sind:

- Krustenflechten: Thallus ist mit der Unterlage fest verbunden und durchsetzt sie meist bis zu einem gewissen Grad mit den Hyphen des Mycobionten (z.B. *Graphis scripta*, Abb. 13).

©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

- Blatt- oder Laubflechten: gelappter Thallus ist mit dem Substrat durch Hyphenstränge (Rhizinen) verbunden (z.B. *Xanthoria parietina*, Abb. 42).
- Strauchflechten: Thallus sitzt mit sehr schmaler Basis der Unterlage auf und verzweigt sich strauchähnlich (z.B. *Pseudevernia furfuracea*, Abb. 31); hängende Formen von Strauchflechten werden als Bartflechten bezeichnet.

Diese Einteilung nach Wuchsformen widerspiegelt jedoch nicht die Verwandtschaft der Flechten. Außerdem gibt es viele Sondertypen (etwa die Fadenflechten) und Übergänge zwischen den einzelnen Gruppen.



PHYSIOLOGIE

Der Pilzpartner (Mycobiont) ist in seinem Kohlenhydratstoffwechsel völlig auf den photosynthetischen Partner (Photobionten) angewiesen, wird also von diesem ernährt. Die in etwa 10% der Flechten enthaltenen Cyanobakterien sind überdies in der Lage, den freien Luftstickstoff zu binden und tragen somit auch zur Stickstoffversorgung des Pilzes bei. Die im Pilzgeflecht eingeschlossenen Photobionten sind hingegen in ihrer Wasser- und Mineralstoffversorgung vom Mycobionten abhängig, der den empfindlichen Algen zusätzlich Schutz vor zu hohen Lichtintensitäten bietet. In Flechten finden wir eine Vielfalt von Endprodukten des Sekundärstoffwechsels, die so genannten Flechtenstoffe, die ganz unterschiedlichen Stoffklassen angehören, z.B. aliphatische Säuren, Depside, Depsidone usw. Sie werden vorwiegend an den Außenseiten der Hyphen als kleine, schwer wasserlösliche Kristalle ausgeschieden. Einige der Stoffe verleihen Flechten ihre charakteristische Farbe und sie erfüllen mannigfaltige Funktionen. Es gibt antibiotisch wirkende und andere giftige Substanzen, die einen Fraßschutz darstellen, sowie Stoffe, die den Photobionten vor UV-Strahlung schützen. Andere Flechtenstoffe an der Oberfläche der Pilzhyphen haben eine wasserabstoßende Wirkung und fördern den für

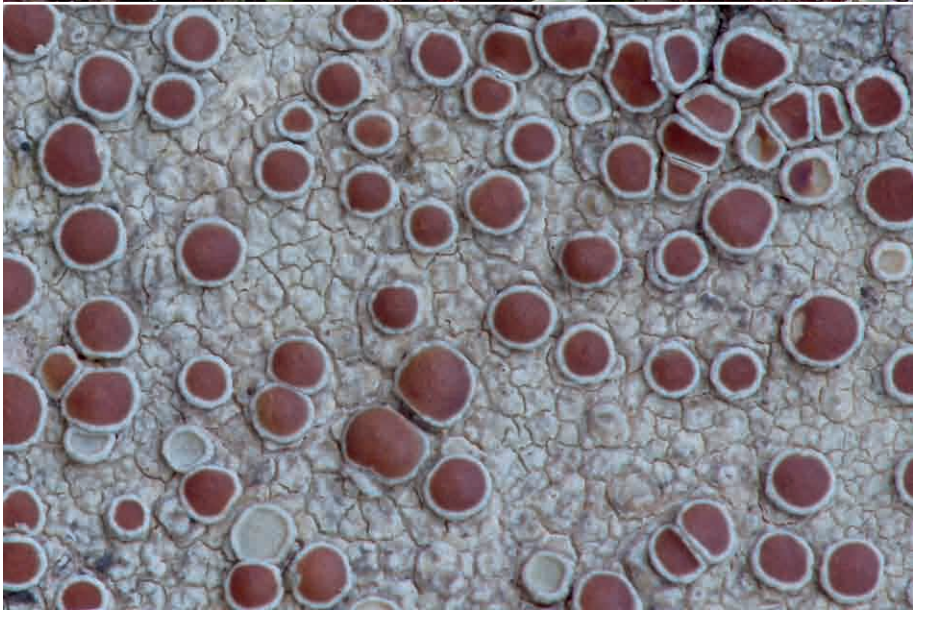
©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

▶ **Abb. 14**: *Hymenelia coerulea* bildet ihren auffällig blauen Thallus unter der Oberfläche von Kalkgestein aus.

◀ **Abb. 11**: *Diploschistes scruposus* ist eine Krustenflechte, die oft großflächig auf offenen Silikaten vorkommt.

▶ **Abb. 15**: *Hypogymnia physodes* ist eine der häufigsten Flechten in Nadelwäldern höherer Lagen.

◀ **Abb. 12**: *Flavocetraria nivalis* hat eine runzelig-grubige Oberfläche und wächst in windexponierten Heiden.



▶ **Abb. 16**: *Lecanora argentata* findet sich vorwiegend auf glatter und flachrissiger Rinde von Laubbäumen.

◀ **Abb. 13**: *Graphis scripta*, die „Schriftflechte", hat Apothecien, die an Runen erinnern.

©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

Abb. 17: *Lecanora epibryon* überzieht Pflanzenreste und Moose über Karbonatböden der Hochlagen.

Abb. 18: *Lecanora polytropa,* eine der klimatisch anpassungsfähigsten Flechten, findet man auf sauren Gesteinen vom Tiefland bis in die Gipfellagen.

Photosynthese und Atmung nötigen Gasaustausch, wenn die Flechtenthalli feucht sind.

FORTPFLANZUNG UND VERMEHRUNG

Die Algen im Flechtenthallus vermehren sich nur ungeschlechtlich (vegetativ), wobei ihre Zellen hier größer als im frei lebenden Zustand sind. Im Gegensatz dazu können die Pilze ihre charakteristischen Fruchtkörper entwickeln und sich somit geschlechtlich (generativ) vermehren. Die Mycobionten gehören fast durchwegs zu den Schlauchpilzen (Ascomycota); die Fruchtkörper der meisten flechtenbildenden Pilz-Gruppen sind schüssel- oder napfförmig (Apothecien), seltener finden wir birnen- oder kugelförmige Perithecien. In diesen Fruchtkörpern, die im Gegensatz zu jenen der meisten anderen Pilze langlebig sind, werden die mikroskopisch kleinen Sporen gebildet und abgegeben. Damit ein neuer Flechtenthallus entstehen kann, müssen die keimenden Pilzsporen wieder mit den entsprechenden Algen zusammentreffen. Flechten haben allerdings auch noch weitere Formen der Vermehrung entwickelt, die das Risiko des Partnermangels umgehen. Die so genannte vegetative Vermehrung der Flechten schließt Fälle und Arten ein, bei denen Algen und Pilze gemeinsam ausgebreitet werden: Die staubfeinen und wasserabstoßenden Soredien sind von wenig differenzierten Pilzhyphen umsponnene Algengruppen, während Isidien als kleine Auswüchse der Flechten von ähnlicher Oberflächenbeschaffenheit sind wie ihre Mutterthalli.

©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

◄
Abb. 19: *Lecidella wulfenii* überkrustet Pflanzenreste über basenreichen Böden in höheren Lagen.

◄
Abb. 20: *Letharia vulpina,* die „Wolfsflechte", mit ihrem leuchtend grün-gelben Lager, findet man auf Borke und Holz von Lärche und Zirbe.

Sowohl Soredien als auch Isidien werden nach ihrem Abbrechen von feinsten Luftbewegungen fortgetragen und können nach ihrer Landung an geeigneten Standorten wieder zu einem neuen Thallus heranwachsen.

VORKOMMEN UND LEBENSWEISE

Flechten wachsen auf unterschiedlichsten Substraten: auf/in Fels (epilithisch/endolithisch), Erdboden/Detritus (terricol), Rinde und Borke von Laub- und Nadelbäumen (corticol), Moos (muscicol) und totem Holz (lignicol). Besonders in den Tropen wachsen kleine Flechten auch auf Blättern (epiphyll). Flechten finden sich aber genauso auf verschiedenen anthropogenen Substraten, wie z.B. Beton, Ziegel oder Eternit. Felsbewohnende Krustenflechten auf Kalkgestein vermögen dieses relativ rasch mittels chemischer Verwitterung zu lösen und bereiten als Erstbesiedler das Gestein für nachfolgende Besiedelung durch andere Organismen vor. Wenige Flechtenarten leben amphibisch im Süßwasser, andere können vom Sublitoral bis zum Spritzwasserbereich an felsigen Meeresküsten weithin sichtbare bandartige Zonierungen bilden. Obgleich es Arten gibt, die ökologisch wenig eingeengt sind (euryöke Arten), überwiegen bei den Flechten solche Arten, die eine ausgesprochene Substratspezifität zeigen oder in anderer Hinsicht mehr oder weniger stark spezialisiert sind (stenöke Arten).

Flechten sind wie Moose wechselfeuchte (poikilohydre) Organismen. Das heißt, ihr Wasserhaushalt wird vom Feuchtezustand ihrer unmittelbaren

©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

Abb. 21: *Lobaria pulmonaria,* die „Lungenflechte", kann in der reinen Luft von Bergwäldern sehr große Thalli ausbilden.

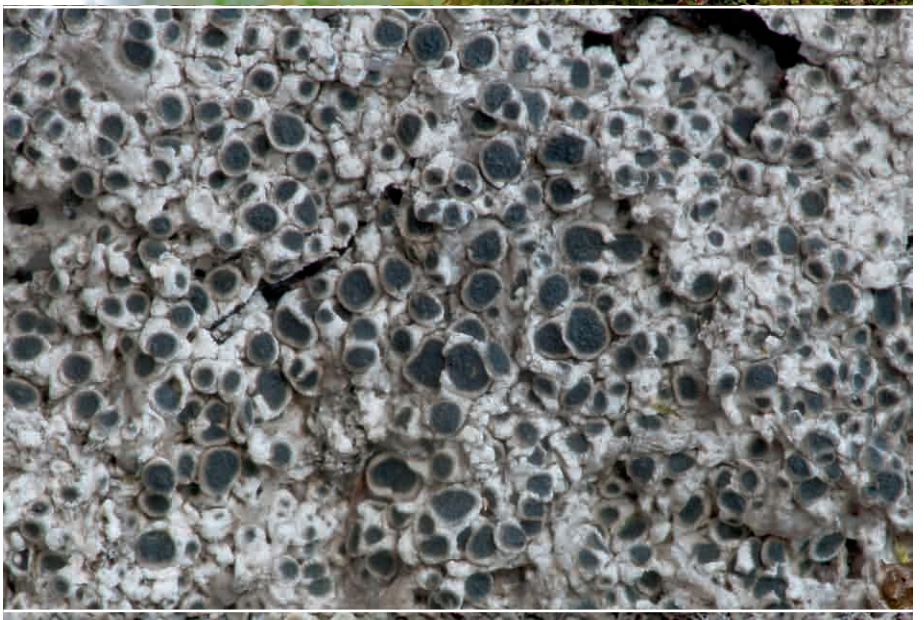


Abb. 22: *Megaspora verrucosa* lebt im Gebirge auf Pflanzenresten und Moosen über basenreichem Untergrund.

Abb. 23: *Ochrolechia upsaliensis* bildet weiß bereifte Apothecien aus und überzieht Pflanzenreste und bodenbewohnende Moose über Karbonatböden in höheren Lagen.

©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

◄

Abb. 24: *Ophioparma ventosa*, die „Bluttröpfchenflechte", ist mit ihren tiefroten Apothecien eine unverkennbare Art auf Silikatfelsen.

◄

Abb. 25: *Pannaria conoplea* braucht die frische Luft ozeanischer Lagen.

◄

Abb. 26: *Parmelia saxatilis* bildet Isidien zur vegetativen Vermehrung aus und ist auf Rinde und Silikatgestein weit verbreitet.

©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

◄

Abb. 27: *Peltigera praetextata*, eine häufige *Peltigera*-Art („Schildflechte"), findet sich oft an bemoosten Stammbasen.

◄

Abb. 28: *Petractis clausa* hat halb ins Gestein eingesenkte Apothecien mit sternförmigen Öffnungen, die beim Ausfallen Gruben hinterlassen.

◄

Abb. 29: *Protoparmelia badia* bildet kastanienbraune Krusten, die Silikatgestein überziehen.

©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

Umgebung bestimmt. Sie sind ab einem bestimmten Wassergehalt physiologisch aktiv. Bei Befeuchtung setzt die Photosynthese bereits nach wenigen Minuten ein. Da sie sowohl starke Erwärmung (bis 70°C am Standort) als auch starke Abkühlung (teilweise bis –196°C) ertragen, haben Flechten im Vergleich zu Gefäßpflanzen unter extremen Umweltbedingungen Vorteile. Flechten haben in polaren Gebieten, den Hochlagen der Gebirge oder in Wüsten also ökophysiologische Vorteile und sind die auffälligsten Vorposten terrestrischen Lebens. Ihr Anteil an der Gesamtvegetation ist in diesen Gebieten groß, z.B. in der Tundra, wo der Boden oft vorwiegend von Flechten besiedelt wird. Bei entsprechender Wasserversorgung lässt sich zeigen, dass das symbiotische Zusammenspiel zwischen Atmung und Photosynthese gerade bei kühlen Temperaturen optimal ausbalanciert ist. Die größte Abundanz und Diversität erreicht der Flechtenwuchs in den luftfeuchten Bergwäldern der gemäßigten Zone, in den Nebelwäldern der tropischen Hochgebirge, aber auch in der bereits erwähnten Tundra und einigen anderen Vegetationstypen mit spärlichem Bewuchs durch Gefäßpflanzen oder Moose. Die Resistenz gegenüber den genannten Faktoren darf jedoch nicht den Eindruck erwecken, dass Flechten generell unempfindliche Organismen sind. Bereits geringfügige Veränderungen ihrer angestammten Standortsansprüche können die eng spezialisierten Arten nachhaltig stören.

GEFÄHRDUNG

Flechten sind wegen ihres vergleichsweise langsamen Wachstums konkurrenzschwache Organismen. Auch ihre von Art zu Art unterschiedliche Empfindlichkeit gegenüber Luftschadstoffen macht ihnen gerade in menschennahen Gebieten zu schaffen. Wegen dieser Eigenschaft sind sie allerdings ausgezeichnete Bioindikatoren für die Luftverschmutzung. Neben Immissionen aus Industrie und Verkehr (vor allem Schwefeldioxid in Form von „saurem Regen", Feinstaub, Stickstoffeintrag durch Düngemittel, Aerosole aus halogenierten Kohlenwasserstoffen und Photooxidantien) spielt besonders die Veränderung oder Zerstörung von Lebensräumen eine zentrale Rolle bei der Verarmung der Flechtendiversität. Einige Beispiele hierfür sind: Kahlschlagwirtschaft, Fichtenmonokulturen, Verkürzung der Umtriebszeiten, Totholzentfernung, Flurbereinigung, Entfernung von Alleen, Forststraßen- und Skipistenbau, Trockenlegung von Mooren, moderne Art der Gülleausbringung.

SUBSTRATE UND AUSGEWÄHLTE LEBENSRÄUME IN DEN OSTALPEN

Die Ostalpen umfassen die Gebirgszüge östlich einer gedachten Linie Bodensee – Splügenpass – Comersee. Neben Österreich, in dem der Hauptteil der Ostalpen liegt, haben Italien, Schweiz, Deutschland, Slowenien und Liechtenstein an ihnen Anteil. Geomorphologisch werden sie in die Nord-, Zentral- und Südalpen gegliedert. Während die Zentralalpen überwiegend aus Silikatgesteinen aufgebaut sind, bestehen die Nord- und Südalpen aus Karbonatgesteinen. Tatsächlich sind die Verhältnisse weitaus komplizierter. Einerseits entstanden bei der Auffaltung der Alpen durch hohe Temperaturen und Drücke zahlreiche grundlegend veränderte (metamorphe) Gesteine, andererseits wurden (u.a. durch Überschiebungen) große Anteile der aufgefalteten Gesteinsdecken über weite Strecken verlagert. Es findet sich somit ein Mosaik an Gesteinen, dem ein ebenso vielfältiges Mosaik an Böden entspricht, die sich aus und auf den entsprechenden Gesteinen bilden. Es sind vor allem Unterschiede im Säuregrad (pH-Wert) des Bodens und in der Verfügbarkeit von mineralischen Nährstoffen, die für das Pflanzenwachstum auf Kalk- und Silikatböden von Bedeutung sind. Entsprechend kann man zwischen Kalkpflanzen, die Kalkböden tolerieren oder sogar an sie gebunden sind, und Silikatpflanzen, die Kalk meiden und auf Silikatböden wachsen, unterscheiden. Flechten, die auf Erdboden wachsen und vor allem solche, die Gesteine besiedeln, lassen oft analog eine Unterteilung in Kalk- und Silikatflechten erkennen. So findet sich etwa die häufige, meist schon von weitem auffällige „Landkartenflechte" (*Rhizocarpon geographicum*, Abb. 33) ausschließlich auf sauren Silikatgesteinen. Nur wenige Arten sind in der Lage, sowohl saures Silkat- als auch basisches Karbonatgestein zu besiedeln; ebenso selten sind Arten, die so grundsätzlich verschiedene Substrate wie Gestein und Borke zu besiedeln vermögen. *Protoparmeliopsis muralis* (Abb. 30) ist ein solches Beispiel für eine Flechtenart mit weiter ökologischer Amplitude, eine so genannte euryöke Art. Sie findet sich von den Tieflagen bis in die alpine Höhenstufe auf Silikaten und Kalken, aber auch an anthropogenen Substraten, wie Zaunpfosten, Dachziegeln, Betonmauern und Grabsteinen. Beispiel für eine Flechtenart mit bedeutend engerer ökologischer Amplitude, eine stenöke Art, ist die leuchtend grünlichgelbe „Wolfsflechte" (*Letharia vulpina*, Abb. 20). In den Ostalpen findet man sie nur von der montanen bis in die subalpine Stufe und fast ausschließlich auf Borke und Holz von Lärche und Zirbe. Diese auffällige Art wurde früher insbesondere in Skandinavien zum Vergiften von Wölfen und Füchsen verwendet.

Gesteine

Gerade in den Hochlagen werden Gesteine oftmals von einem regelrechten „Flechten-Mosaik", vorwiegend aus unterschiedlichen Krustenflechten, überzogen. Flechten haben, dank ihrer Fähigkeit Wasser(-dampf) über die gesamte Oberfläche direkt aufzunehmen und eine völlige Austrocknung ungeschädigt zu überstehen, mit diesem unwirtlichen Substrat weit weniger Probleme als Gefäßpflanzen. Bei der Besiedelung sind eine Reihe von Faktoren entscheidend. Neben dem Gesteinstyp und -alter sowie der Hö-

©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

◄
Abb. 30: *Protoparmeliopsis muralis* ist eine euryöke Art, die als Kulturfolger bis in die Stadtzentren vordringt.

◄
Abb. 31: *Pseudevernia furfuracea* bildet an Bäumen nahe der Waldgrenze oft Massenbestände.

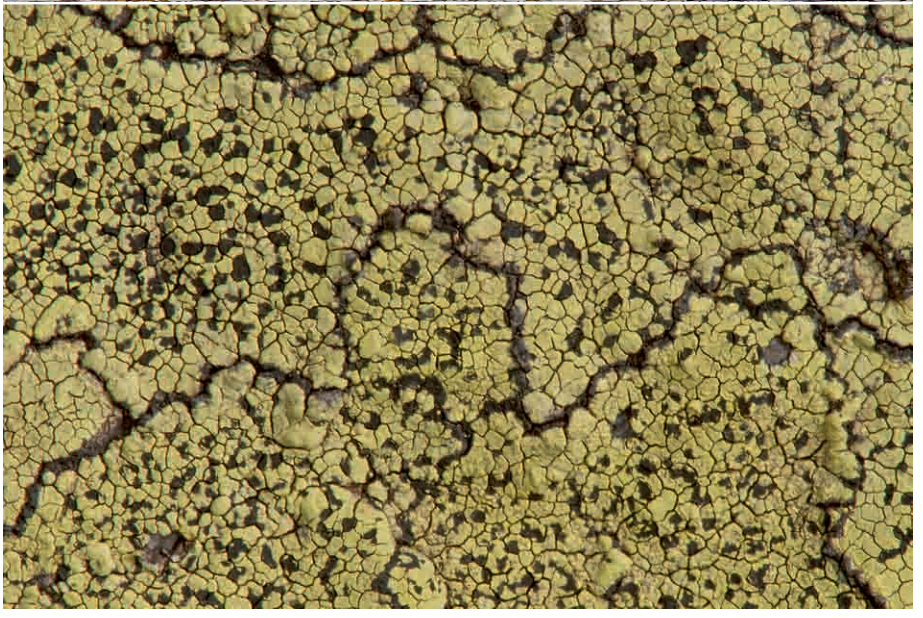
henlage sind das vor allem Oberflächenbeschaffenheit (glatt/rau, hell/dunkel, Ritzen etc.), Bodennähe (bodennah/bodenfern), Exposition (N/S, geschützt/exponiert, beschattet/besonnt), Neigung (Horizontal-/Vertikal-/Überhangfläche), Düngung (z.B. stark gedüngte Vogelsitzplätze an Felskuppen) und Konkurrenz durch Moose und Gefäßpflanzen, die in Felsritzen siedeln, vor allem aber durch andere Flechten. Angesichts dieser Mannigfaltigkeit an Faktoren überrascht es nicht, dass sich bestimmte Gesteinsflechtenarten (saxicole Flechten) an ganz bestimmte Standortfaktoren angepasst haben.

In den hochalpinen Lagen müssen Flechten mit Extrembedingungen zurechtkommen: Temperaturextreme, erhöhte UV-Einstrahlung, Windschliff, Schneebedeckung sowie eine damit verbundene kurze Vegetationsperiode. Letzteres gilt besonders für die Erdboden, Moos und Detritus besiedelnden Flechten. Um diesen ökologischen Herausforderungen begegnen zu können, haben sich verschiedene morphologisch-anatomische sowie physiologische Anpassungen herausgebildet. Vermehrte Einlagerung bestimmter Pigmente als UV-Schutz, vergleichbar der Melaninein lagerung in die menschliche Haut, und Bildung einer Epinekralschicht (abgestorbene Pilzhyphen, die sich wie eine Hornhaut an der Lageroberfläche konzentrieren) als Schutz gegen Windschliff sind hierfür Beispiele.

Silikatfelsflechten der Hochlagen sind oft von weitem als buntes Mosaik erkennbar. Neben auffälligen Vertretern aus der Verwandtschaft der gelben Landkartenflechten (häufigste Art ist *Rhizocarpon geographicum*, Abb. 33) finden wir weitere häufige, leicht

©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

◄ **Abb. 32**: *Ramalina capitata* bildet an den Thallusspitzen Soredien zur gemeinsamen Ausbreitung der Symbiosepartner.



◄ **Abb. 33**: *Rhizocarpon geographicum,* die „Landkartenflechte", ist eine der häufigsten Arten auf Silikatgestein der Hochlagen.

ansprechbare Krustenflechten, wie *Diploschistes scruposus* (Abb. 11), *Lecanora intricata*, *L. polytropa* (Abb. 18), *Ophioparma ventosa* (Abb. 24), *Pertusaria corallina*, *P. lactea*, *Protoparmelia badia* (Abb. 29) und *Tephromela atra*. Besonders ins Auge springt *Ophioparma ventosa*, die „Bluttröpfchenflechte", mit ihren blutroten Apothecien. Beispiel für eine häufige Silikatgestein bewohnende Blattflechte ist *Parmelia saxatilis* (Abb. 26). Diese rosettig wachsende, grau bis blaugrau (manchmal bräunlich) gefärbte Art findet sich aber auch an Borke und Holz sowie auf Moosen und Detritus von der kollinen bis in die nivale Stufe.

Ramalina capitata (Abb. 32) ist eine sparrig vom Untergrund abstehende, gelblich bis gelblichgrün gefärbte Strauchflechtenart, die fast stets auf den Kuppen von stark gedüngten Vogelsitzplätzen auf Silikatgestein an windoffenen, lichtreichen Standorten siedelt. Die erhebliche kleinräumige Nährstoffanreicherung und pH-Erhöhung an solchen Stellen werden von den meisten Flechtenarten nicht toleriert, nur einige wenige düngungsresistente Arten vermögen hier zu überleben.

Auf schwermetallreichen Silikatfelsen findet man eine relativ artenarme Flechtenvegetation. Durch akkumulierte Eisenoxide sind diese Arten oft rostrot gefärbt, z.B. *Acarospora sinopica* (Abb. 1), *Lecidea silacea* und *Rhizocarpon oederi*. Zusammen mit der gelb gefärbten *Lecanora subaurea* und anderen bilden sie eine hochspezialisierte Flechtengemeinschaft.

In den Hochlagen kommen über windoffenem Silikatgestein häufig so genannte Nabelflechten der Gattung *Umbilicaria*, z.B. *U. cylindrica* (Abb. 39) vor. Nabelflechten sind graue bis dun-

©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

kelbraune Blattflechten, die mit einem zentralen „Nabel" am Gestein befestigt sind und auf Hochlagensilikaten aspektbestimmend sein können.

An von Regen geschützten Vertikalflächen und Überhängen in luftfeuchter Lage finden sich oft auffallend leuchtend-gelbe Überzüge, welche hauptsächlich von den beiden Flechtenarten *Chrysothrix chlorina* und *Psilolechia lucida* gebildet werden. Diese Arten sind durch ihre pulverig aufgelösten Flechtenthalli in der Lage, allein mit der Aufnahme von Wasserdampf ihren Wasserbedarf zu decken.

Es gibt aber auch gesteinsbewohnende Arten, z.B. bestimmte Vertreter der Gattung *Verrucaria*, deren Fruchtkörper wie Warzen auf Gestein erscheinen und die auf Standorte spezialisiert sind, die häufig oder ständig von Wasser überrieselt werden, wie etwa Steine in sauberen, rasch fließenden Bächen oder Felsen im Bereich von Wasserfällen.

Während silikatische Gesteine der Hochlagen oft dicht mit epilithischen Krustenflechten bedeckt sind, ist deren Anteil auf Kalkgesteinen gering. Hier herrschen zumeist endolithische Arten vor, bei denen das Lager in das Gestein eingesenkt ist. Nur die Fruchtkörper sitzen bei vielen Arten dem Gestein auf. *Hymenelia coerulea* (Abb. 14) mit ihren großflächigen, bläulichen, endolithischen Lagern ist hierfür ein Beispiel. Die große Gruppe der Verrucariales, deren Klassifizierung mitunter Experten vor Rätsel stellen kann, bildet kugelige Perithecien als Fruchtkörper aus. Diese meist schwarzen Fruchtkörper lösen sich nach einiger Zeit aus dem Kalkgestein und lassen dabei kleine Vertiefungen zurück. Das Lager von *Petractis clausa* (Abb. 28) wächst zwar im Gestein, dafür sind ihre Apothecien sehr charakteristisch differenziert und machen diese Art unverwechselbar. Sie ist eine hygrophile Flechte, hat also eine Vorliebe für feuchte Standorte. In niederen Lagen findet man sie deshalb besonders gerne in Schluchten.

Eine häufig anzutreffende epilithische Krustenflechte auf verwittertem Kalkgestein ist *Squamarina gypsacea* (Abb. 36), die einen großen schuppigen

©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

▶ **Abb. 37**: *Thamnolia vermicularis*, die „Totengebeinflechte", wuchert zwischen alpinen Bodendeckern.

◀ **Abb. 34**: *Romjularia lurida* kolonisiert von Kalkfelsspalten aus das nackte Gestein.

▶ **Abb. 38**: *Thelotrema lepadinum* hat in Lagerwarzen eingesenkte Apothecien.

◀ **Abb. 35**: *Solorina crocea,* die „Safranflechte", ist eine unverkennbare Art auf sauren Böden über der Waldgrenze.

▶ **Abb. 39**: *Umbilicaria cylindrica* ist nur mit einem Nabel am Silikatgestein angewachsen.

◀ **Abb. 36**: *Squamarina gypsacea* besiedelt verwittertes Kalkgestein.

©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

Thallus ausbildet und oft gemeinsam mit der ebenfalls schuppigen, bräunlich gefärbten *Romjularia lurida* (Abb. 34) vorkommt. Letztere siedelt auf kalkreichen Böden oder kolonisiert von erdgefüllten Felsspalten aus das nackte Gestein. Die Blattflechte *Xanthoria elegans* (Abb. 41) ist durch ihr intensiv orange gefärbtes, strahlig-rosettiges Lager sehr auffällig. Vogelsitzplätze sowie Steil- und Überhangflächen kalkhaltiger Gesteine und basischer Silikate gehören zu ihren natürlichen Wuchsorten. Daneben findet man sie auch an anthropogenen Substraten wie Beton, Mörtel, Dachziegeln, staubimprägniertem Holz und vergleichbaren Oberflächen.

Erdboden

Bei den Erdboden bewohnenden Flechten (terricole Flechten) finden sich nicht ganz so viele Substratspezialisten wie bei den gesteinsbewohnenden. In alpinen Gratlagen (Windkanten) über Silikat und Kalk herrschen vielfach besonders harsche Bedingungen, im Winter niedrige Temperaturen mangels Schneeschutz und im Sommer hohe Verdunstungsraten durch Dauerwind. In diesen Windheiden finden sich neben verschiedenen Zwergsträuchern kodominante Strauchflechten, wie *Cetraria ericetorum*, *C. islandica* (Abb. 5), *C. muricata*, *Cladonia amaurocraea*, *C. arbuscula* (Abb. 8 links), *C. rangiferina* (Abb. 8 rechts), *Flavocetraria cucullata*, *F. nivalis* (Abb. 12) und die „Totengebeinflechte" oder „Wurmflechte" *Thamnolia vermicularis* (Abb. 37). *Alectoria ochroleuca* (Abb. 2), *Cladonia uncialis* und *Gowardia nigricans* finden sich nur über sauren Böden.

Cetraria islandica, das „Isländische Moos", gehört zu den allgemein bekannten Flechten (kein Moos!). Sie ist von der kollinen bis in die nivale Stufe verbreitet und eine der häufigsten Bodenflechten. In der Volksmedizin spielte diese Flechte bei Erkältungskrankheiten eine große Rolle („Kramperltee"), findet sich bis heute in vielen Hustenpräparaten (vgl. Obermayer 2008), und ist die einzige Flechte im europäischen Arzneimittelverzeichnis. Die als Rentierflechten (*Cladonia rangiferina*, *C. arbuscula* u.a.) bezeichneten Arten sind für viele Tiere der Alpen im Winter eine wichtige Nahrungsquelle und werden von Boden bewohnenden Vögeln als Nistmaterial verwendet. Auch der Mensch hat eine gewisse Bastelfreude mit diesen Arten. So findet man sie häufig in Gebinden und Kränzen sowie als „Bäumchen" und „Sträucher" im Eisenbahn- und Architekturmodellbau.

Eine Reihe von Großflechten findet sich ausschließlich über Karbonatböden, z.B. *Allocetraria madreporiformis*, *Physconia muscigena* und *Vulpicida tubulosus*. Andererseits kann man über Karbonatböden durchaus Flechtenarten finden, die es normalerweise nur über sauren Böden gibt, und zwar dann, wenn sich über Karbonatboden eine saure Rohhumusschicht bildet, z.B. aus der Nadelstreu der Latsche. Auf flachgründigen Böden über Kalk findet man häufig die zumeist sterile Becherflechte *Cladonia symphycarpa* und die Blattflechte *Peltigera rufescens*.

Die „Safranflechte" (*Solorina crocea,* Abb. 35), englisch auch treffend als „orange chocolate chip lichen" bezeichnet, ist mit ihrer leuchtend orangefarbenen Unterseite in den Silikatalpen eine charakteristische Flechte der Schneetälchen, in denen sich durch lange Schneebedeckung die Vegetationszeiten stark verkürzen.

In den Tieflagen spielen Bodenflechten aufgrund ihrer geringen Konkurrenzfähigkeit und Langsamwüchsigkeit gegenüber den Gefäßpflanzen meist eine untergeordnete Rolle.

Detritus

In den Windheiden über Kalk findet sich eine Reihe von charakteristischen Krustenflechtenarten, die auf absterbende oder bereits abgestorbene Pflanzenteile sowie Moose spezialisiert sind. Repräsentative Beispiele sind *Caloplaca ammiospila*, *C. sinapisperma* (Abb. 4), *C. stillicidiorum*, *C. tiroliensis*, *Lecanora epibryon* (Abb. 17), *L. hagenii*, *Lecidella wulfenii* (Abb. 19), *Megaspora verrucosa* (Abb. 22), *Ochrolechia upsaliensis* (Abb. 23), *Pertusaria glomerata* und *Rinodina mniaraea*. All diese Arten bilden kleine Apothecien aus. Besonders auffällig sind diejenigen der *Caloplaca*-Arten, die gelb bis orange-rot gefärbt sind.

Rinde, Borke und Holz

Für Flechten ist neben Gestein Baumrinde bzw. -borke das wichtigste Substrat (corticole Flechten). Für die Artenzusammensetzung sind zahlreiche Faktoren entscheidend. Es sind dies vor allem physikalisch-chemische Eigenschaften wie Struktur bzw. Oberflächenbeschaffenheit (glatt/rau) und Chemismus (Nährstoffgehalt, Säuregrad) der Rinde bzw. Borke sowie der Lichtgenuss am Standort. Im schattigen Waldesinneren dominieren an Baumstämmen Krustenflechten, im lichtoffenen Kronenbereich und an den Stämmen frei stehender Bäume kann auch der Anteil an Laub- und Strauchflechten groß sein. An glatten Rinden (z.B. Rotbuche, Hainbuche) läuft Regenwasser fast ungehindert herab, so dass es im Allgemeinen zu einer ausreichenden Befeuchtung der corticolen Flechten kommt. Die „Schriftflechte" (*Graphis scripta,* Abb. 13), die ihren Namen der an Schriftzeichen erinnernden Form ihrer Fruchtkörper verdankt, kommt auf glatter Rinde von Laubbäumen vor, ebenso *Lecanora argentata* (Abb. 16).

Alte Bäume mit tiefrissiger Borke (z.B. Lärche) bieten Flechten zwischen den Borkenstegen Kleinhabitate, die nicht von Regenwasser erreicht werden. Hier siedeln spezialisierte Flechtenarten, wie die Gruppe der „Stecknadelflechten", deren gestielte Fruchtkörper oft an kurze Stecknadeln erinnern. Viele dieser Flechten finden sich auch auf entrindetem, meist aufrecht stehendem, nur zeitweise befeuchtetem Holz. Es sind dies vor allem Vertreter der Gattungen *Calicium* und *Chaenotheca* (z.B. *Chaenotheca chrysocephala*, Abb. 6). An regengeschützten Stammteilen finden sich auch zahlreiche sterile Arten mit körnig-staubig aufgelöstem Lager, z.B. Arten der Gattung *Lepraria* oder die auffällig gelb gefärbte *Chrysothrix*

©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

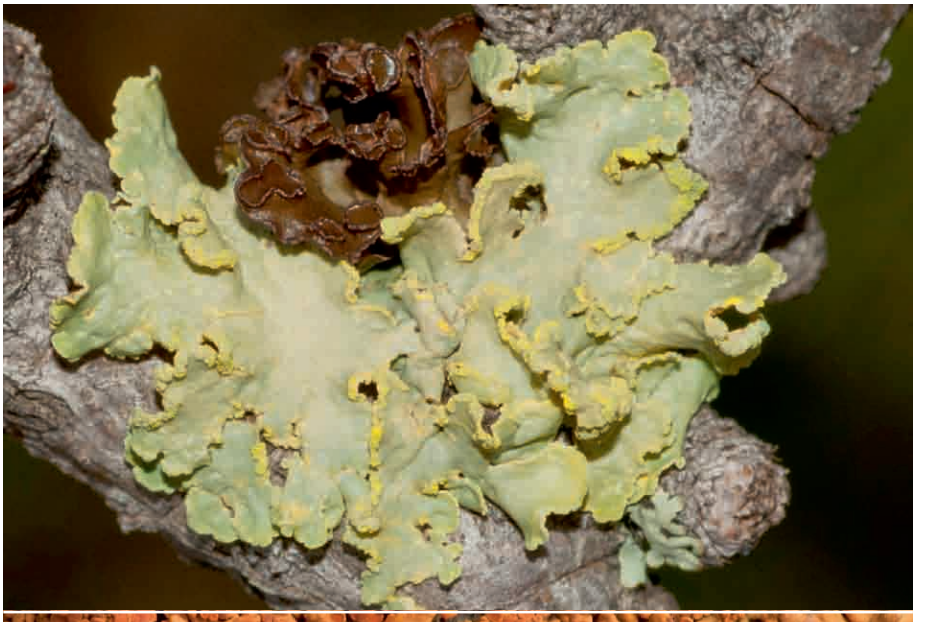


Abb. 40: *Vulpicida pinastri* zeigt als „Schneepegelflechte" die Höhe der winterlichen Schneebedeckung an.

Abb. 41: *Xanthoria elegans* ist eine der widerstandsfähigsten Arten und besonders häufig auf Kalkfelsen.

Abb. 42: *Xanthoria parietina,* die „Gelbflechte", ist ein sehr häufiger Besiedler von Obstbäumen.

©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

candelaris (Abb. 7), die an regengeschützten Baumflanken und Borkenrissen an luftfeuchten Standorten wächst (im Gegensatz zu ihrer Schwesternart *C. chlorina*, welche an überhängenden Silikatfelsen siedelt).

An Bäumen mit saurer Rinde (z.B. Fichte, Tanne, Birke) findet sich eine andere Flechtenflora als auf solchen mit basenreicher Rinde (z.B. Esche, Walnussbaum, Holunder). Viele Arten zeigen zwar Präferenzen bezüglich ihrer Trägerbäume, andererseits gibt es in den Ostalpen keine Art, die ausschließlich eine Baumart besiedelt. Die in Mitteleuropa seltenen Krustenflechten *Arthonia leucopellaea*, *Lecanactis abietina* und *Loxospora cismonica* beispielsweise findet man fast stets an Tanne. Die bereits bei den Gesteinsflechten erwähnte, häufige Blattflechte *Parmelia saxatilis* (Abb. 26) findet sich an verschiedenen Laub- und Nadelbaumarten sowohl an schattigen als auch an lichtreichen Standorten.

Von besonderer Bedeutung für die Artenvielfalt sind naturnahe und natürliche Wälder. Letztere finden sich in Mitteleuropa nur mehr kleinräumig an meist schwer zugänglichen Stellen. Sie sind für Flechten, aufgrund der Kontinuität der Bestandesstruktur und des Binnenklimas sowie des Vorhandenseins zahlreicher ökologischer Nischen, wichtige Refugialräume. Ein hoher Anteil an Altbäumen und Totholz in verschiedenen Degradationsstadien bietet für viele seltene Flechtenarten passende Substrate. Hafellner & Komposch 2007 erhoben die Diversität epiphytischer , d.h. auf Pflanzen siedelnder, Flechten in einem Urwald und einem angrenzenden Forst im südwestlichen Niederösterreich und konnten zeigen, dass die Artenvielfalt im Altwald signifikant höher als im Wirtschaftswald ist. Der Urwald Rotwald in den Niederösterreichischen Kalkalpen ist mit ca. 3 km^2 der größte Urwald in Mitteleuropa. In ihm konnten rund 200 epiphytische Flechtenarten (moos-, borken- und holzbewohnend) nachgewiesen werden (Türk & Breuss 1994, Bilovitz 2007). *Thelotrema lepadinum* (Abb. 38) ist eine Krustenflechte mit besonders charakteristischen, in Lagerwarzen eingesenkten Apothecien, die typischerweise in naturnahen Tannen-Buchen- und Tannen-Fichtenwäldern der montanen und hochmontanen Höhenstufe vorkommt.

An diesen naturnahen Standorten finden sich ausgesprochen reizvolle, aber auch stark gefährdete Vergesellschaftungen von Flechtenarten, wie etwa die Lungenflechtengesellschaft, das so genannte Lobarietum pulmonariae. In der charakteristischen Artengruppe befinden sich, neben der namensgebenden und hochsteten „Lungenflechte" (*Lobaria pulmonaria*, Abb. 21), zahlreiche weitere seltene Arten, wie z.B. *Lobarina scrobiculata*, *Nephroma parile*, *Pannaria conoplea* (Abb. 25), *Peltigera collina*, *Sticta fuliginosa* und *S. sylvatica*. In diesem Typ von Flechtenvegetation besteht vielfach kein direkter Kontakt der beteiligten Flechten mit dem Substrat, da ein Moospolster dazwischen liegt, das als Feuchtigkeitsspeicher für die Flechten dient. Die „Lungenflechte" zählt zu den stattlichsten Blattflechten der Ostalpen und ist, wenn sie sich wohlfühlt, eine der schnellwüchsigsten Flechten überhaupt. Im feuchten Zustand ist sie leuchtend grün, im trockenen oliv bis braun gefärbt. Da sie in der gemäßigten Zone eine Generationszeit von mindestens 30 Jahren hat (Scheidegger et al. 1997), ist sie in unseren Wirtschaftswäldern durch forstliche Eingriffe besonders gefährdet.

Eine weitere große, aber sehr häufige Blattflechte ist *Peltigera praetextata* (Abb. 27). Diese im trockenen Zustand grau und im feuchten Zustand schwärzlich gefärbte Art findet sich an bemoosten Stammbasen sowie auf bemoosten Felsblöcken, seltener auf Erde. Eine der häufigsten Großflechten ist *Hypogymnia physodes* (Abb. 15). Sie ist hinsichtlich des Substrats euryök, bevorzugt aber saure Borken. Man findet sie weiters auf Holz, Silikatgestein, Moosen und Rohhumus. Zusammen mit *Platismatia glauca* und *Pseudevernia furfuracea* (Abb. 31) bildet sie in der Montanstufe auf solchen Borken oft Massenbestände. Eine weitere häufige Blattflechte ist die rosettig wachsende, auffällig gelb bis orange gefärbte „Wandflechte" oder „Gelbflechte" (*Xanthoria parietina*, Abb. 42). Sie findet sich vor allem auf eutrophierten Rinden von Laubbäumen von der Stammbasis bis in die Kronenregion, vornehmlich an lichtreichen Standorten.

Wichtige Substrate für epiphytische Flechten sind alte, frei stehende Bäume (Solitärbäume), z.B. in Almweiden, Park- und Alleeanlagen sowie Streuobstwiesen. Hier finden sich teilweise selten gewordene Arten, wie die Strauchflechten *Anaptychia ciliaris* (Abb. 3) und *Ramalina fraxinea*.

Vulpicida pinastri (Abb. 40) ist eine „Schneepegelflechte". Sie wächst oft im unteren Stammbereich und an Stümpfen von Nadelbäumen etwa bis zur Höhe der winterlichen Schneebedeckung.

Holz in unterschiedlichen Stufen des Abbaus bietet einer Reihe von Flechten mit teilweise hoher Substratspezifität eine ökologische Nische, die in heutigen Wirtschaftswäldern rar geworden ist. Auf zähmorschem, hartem Holz findet sich häufig *Xylographa parallela*, deren rundliche bis längliche Apothecien parallel zu den Holzfasern orientiert sind. Das Wasserspeicherungsvermögen von Holz steigt mit dem Grad der Verrottung. In späten Degradationsstadien finden wir neben diversen Krustenflechten verschiedene Vertreter aus der Gruppe der Rentier- und Becherflechten (Gattung *Cladonia*). Becherflechten sind Strauchflechten, deren Thallus aus 2 Komponenten besteht, einem auf dem Substrat ausgebreiteten, schuppigen oder kleinblättrigen Lager und den meist aufrecht wachsenden, hohlen Podetien, die äußerst vielgestaltig sein können und auf denen sich die Apothecien entwickeln. Eine weit verbreitete und häufige Art aus dieser Gruppe ist *Cladonia digitata* (Abb. 9) mit roten Apothecien. Man findet sie auf morschen Baumstümpfen, verrottetem Holz und auf rissiger Borke an der Stammbasis von Bäumen. Daneben ist sie auf Erdboden, Rohhumus und Moosen zu finden.

Anthropogene Substrate

Eine Reihe von Flechtenarten ist in der Lage, vom Menschen verbaute

©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

oder geschaffene Substrate zu besiedeln. So kann man etwa an bearbeitetem Naturstein (Mauern, Grenz- und Grabsteinen, Denkmälern etc.) oder an „künstlichen" Materialien, wie Beton, Ziegeln und Eternitplatten, Flechten finden. Die häufige, relativ raschwüchsige Krustenflechte *Protoparmeliopsis muralis* (Abb. 30) ist eine dieser Arten. In Gebieten, die wenig Felsflächen bieten, können solche Substrate wichtige Ersatzstandorte für Gesteinsflechten sein. Verbautes Holz, wie zum Beispiel Dachschindeln, Zaunpfosten und -latten, hat, sofern es unbehandelt ist, eine wichtige Funktion als Ersatzhabitat für Holzbewohner. Dort sind unter anderem Krustenflechten, wie das intensiv gelbe *Cyphelium tigillare* und die gelbgrünliche *Lecanora varia* (beide Abb. 10; besonders im Bereich von Almen), zu finden.

Fotografieren von Flechten

Unser kleiner Beitrag über die Flechten sollte nicht nur dazu dienen, dem Leser diese Symbiose und ihre Ökologie näher zu bringen. Mit den Illustrationen wollten wir auch zeigen, dass Flechten ästhetisch reizvolle Organismen sind. Sie geben mit ihrer Vielfalt an Formen und Farben großartige Motive für die Makrofotografie ab. Man muss auch nicht weit danach suchen, wenn man sich gerne in der Natur aufhält. Zumindest häufigere Arten kann man nahezu überall antreffen. Ein weiterer Vorteil: Da sie sich nicht bewegen, kann man sie in aller Ruhe ablichten. Im Folgenden seien einige Tipps erwähnt, die zum Gelingen einer persönlichen Flechtenfotosammlung beitragen mögen.

Für das Fotografieren empfiehlt sich der Einsatz einer Spiegelreflexkamera mit Makroobjektiv. Es bedarf jedoch keiner teuren und aufwendigen Ausrüstung. Um eine entsprechende Schärfentiefe zu erreichen, was besonders bei Strauchflechten notwendig ist, sollte man abblenden, d.h. eine kleinere Blendenöffnung (höhere Blendenzahl!) wählen. Durch die Verwendung kleinerer Blenden nehmen die Belichtungszeiten entsprechend zu, was leicht zu unscharfen Bildern durch Verwackeln führt. Wenngleich einige der aktuellen Makroobjektive mit Bildstabilisatoren ausgerüstet sind, die dem Verwackeln bis zu einem gewissen Grad entgegenwirken, wird man gerade im Nahbereich nicht um ein stabiles Dreibeinstativ oder ein Blitzgerät herumkommen. Die Erhöhung der Lichtempfindlichkeit (ISO-Wert) des Bildsensors einer digitalen Spiegelreflexkamera ist mit Vorsicht zu genießen, da man sich die daraus resultierenden kürzeren Verschlusszeiten oft mit einem erhöhten Bildrauschen erkauft, die Bilder werden grobkörniger. Damit ästhetisch ansprechende Flechtenfotos gelingen, sind neben fotografischem Grundlagenwissen vor allem drei Faktoren ausschlaggebend: offene Augen, Geduld und Übung.

Sämtliche Fotos dieses Beitrags wurden vom Erstautor überwiegend an natürlichen Standorten in den Ostalpen aufgenommen.

Wir wollten in unserer Darstellung Fachausdrücke auf ein notwendiges Maß beschränken und jeweils erklären. Wer sich mit dem Thema Flechten eingehender beschäftigen will, dem seien als vertiefende bzw. weiterführende Literatur folgende Werke empfohlen: Henssen & Jahns 1974, Masuch 1993, Wirth 1995a, 1995b, Schöller 1997, Purvis 2000 und Nash 2008.

DANKSAGUNG

Wir danken Dr. Josef Hafellner, Dr. Christian Scheuer und Mag. Ulrike Grube für die kritische Durchsicht des Manuskripts.

LITERATUR

Bilovitz P.O. (2007): Zur Flechtendiversität des „Mariazellerlandes" und ausgewählter Standorte im Bereich Naßköhr-Hinteralm (Nordalpen, Steiermark). — Mitt. Naturwiss. Vereines Steiermark **136**: 61–112.

Grube M., Cardinale M., Vieira de Castro J., Müller H. & Berg G. (2009): Species-specific structural and functional diversity of bacterial communities in lichen symbiosis. — ISME J. **3** (9): 1105–1115.

Hafellner J. & Komposch H. (2007): Diversität epiphytischer Flechten und lichenicoler Pilze in einem mitteleuropäischen Urwaldrest und einem angrenzenden Forst. — Herzogia **20**: 87–113.

Hennsen A. & Jahns H.M. (1974): Lichenes. Eine Einführung in die Flechtenkunde. — Verlag Thieme, Stuttgart.

Masuch G. (1993): Biologie der Flechten. — Verlag Quelle & Meyer, Heidelberg, Wiesbaden.

Muggia L. & Grube M. (2010): Fungal composition of lichen thalli assessed by single strand conformation polymorphism. — Lichenologist **42** (4): 461–473.

Nash III T.H. [Hrsg.] (2008): Lichen Biology. — Cambridge University Press, 2nd edition, Cambridge, New York, Melbourne, Madrid, Cape Town, Singapore, São Paulo.

Obermayer W. (2008): Fotografische Dokumentation einer ungewöhnlich reich fruchtenden Aufsammlung von *Cetraria islandica* (L.) Ach. (mit einem historischen Abriss zur Darstellung fertiler Thalli, Anmerkungen zur Gestalt der Pycnosporen und einigen Notizen zum Gebrauch des „Kramperltees"). — Mitt. Naturwiss. Vereines Steiermark **138**: 113–158.

Purvis W. (2000): Lichens. — Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. in association with the National History Museum, London.

Sancho L.G., de la Torre R., Horneck G., Ascaso C., de los Rios A., Pintado A., Wierzchos J. & Schuster M. (2007): Lichens survive in space: Results from the 2005 LICHENS experiment. — Astrobiology **7** (3): 443–454.

Scheidegger C., Flachsmann S., Zoller S. & Frey B. (1997): Naturschutzbiologie bei Flechten: Konzepte und Projekte. — In: Schöller H. (Ed.): Flechten. Geschichte, Biologie, Sytematik, Ökologie, Naturschutz und kulturelle Bedeutung [Begleitheft zur Ausstellung „Flechten – Kunstwerke der Natur"]. — Kleine Senckenberg-Reihe **27**: 167–175.

Schöller H. [Hrsg.] (1997): Flechten: Geschichte, Biologie, Systematik, Ökologie, Naturschutz und kulturelle Bedeutung [Begleitheft zur Ausstellung "Flechten – Kunstwerke der Natur"]. — Kleine Senckenberg-Reihe Nr. 27, Verlag Waldemar Kramer, Frankfurt am Main.

Türk R. & Breuss O. (1994): Flechten aus Niederösterreich I. Steirisch-niederösterreichische Kalkalpen. — Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich **131**: 79–96.

Wirth V. (1995a): Flechtenflora: Bestimmung und ökologische Kennzeichnung der Flechten Südwestdeutschlands und angrenzender Gebiete. — Verlag Eugen Ulmer, 2. Auflage, Stuttgart.

Wirth V. (1995b): Die Flechten Baden-Württembergs, Teil 1 & 2. — Verlag Eugen Ulmer, 2. Auflage, Stuttgart.